Le processus créatif entre hasard et signification en mathématiques et en architecture

Nicolas Bouleau

Le processus créatif entre hasard et signification en mathématiques et en architecture

Nicolas Bouleau

Le "moderne" en architecture se voulait une rupture par rapport à tous les "styles" qui avaient marqué les époques successives. L'architecte Bruno Zevi caractérise le modernisme comme s'opposant au classicisme par l'abandon des symétries et la disposition des éléments "au hasard". Le hasard empêche les lectures "esthétiques". Mais qu'en est-il dès lors de ce qu'on appelait la composition architecturale ? Où opère le talent de l'architecte ? L'analogie avec la création mathématique est particulièrement éclairante.

L'inattendu aléatoire du caléidoscope émerveille l'enfant et, de même, nous sommes fascinés par la richesse inventive des automates cellulaires et des systèmes non-linéaires que l'informatique traduit en formes graphiques à profusion. Mais dès lors qu'un acte réellement créatif est attendu, aucun processus automatique de déduction ni aucun tirage au hasard ou procédé de simulation n'est *a priori* recevable, du moins à soi seul. On attend un engagement plus téméraire — plus risqué au sens sémantique — une quête plus haute, qui, s'éloignant et du mécanique, et du fortuit, dans le cadre de son propre défi, atteigne un lieu remarquable, un chef d'œuvre, un point des recherches où l'on peut s'arrêter car il s'impose par un je-ne-sais-quoi qu'on appelait dans le temps *l'harmonie*.
Vient alors l'Histoire et cela complique le problème. Les accords parfaits qui sonnaient si agréablement aux oreilles de nos aïeux, les œuvres si réussies qu'elles paraissaient indépassables, nous charment encore mais comme des choses trop familières, le chant grégorien est devenu berceuse. Il nous faut maintenant plus de dissonances pour apprécier la tonalité, plus d'exceptions pour aimer la règle…

Ceci nous amène à l'architecture qui depuis l'antiquité, et de façon exemplaire aux périodes charnières que sont la Renaissance et la naissance de l'art moderne, est le lieu contradictoire et énigmatique d'une création à la fois harmonieuse et hors des sentiers battus.

Bruno Zevi est un architecte théoricien très connu dans les écoles d'architecture pour son ouvrage *Apprendre à voir l'architecture*[1] où il insiste sur le concept *d'espace architectural* à une époque où s'affirme la préoccupation de ne plus penser seulement les « pleins » mais réellement ce qui est perçu par l'homme-habitant ou l'homme-usager. Il y montre que cette préoccupation nourrit aussi une nouvelle lecture des monuments du passé par une célèbre analyse pédagogique des « vides » de la basilique Saint Pierre de Rome. Ceci s'inscrit dans les recherches qui préoccupèrent de façon si prégnante les artistes du vingtième siècle de tenter de comprendre et de définir *la modernité*. Comme si leur époque était la transition vers quelque chose, enfin, d'absolu, qui échappait définitivement à la succession des styles historiques. Une voie nouvelle qui tiendrait compte du développement scientifique et du progrès, vus l'une et l'autre comme universels et univoques. Le Corbusier écrit son manifeste *Vers une architecture* où il glorifie les silos à grains, les avions et « les formes

[1] Ed de Minuit 1959

simples sous la lumière » avec une confiance sans mélange dans la technique et l'industrialisation.

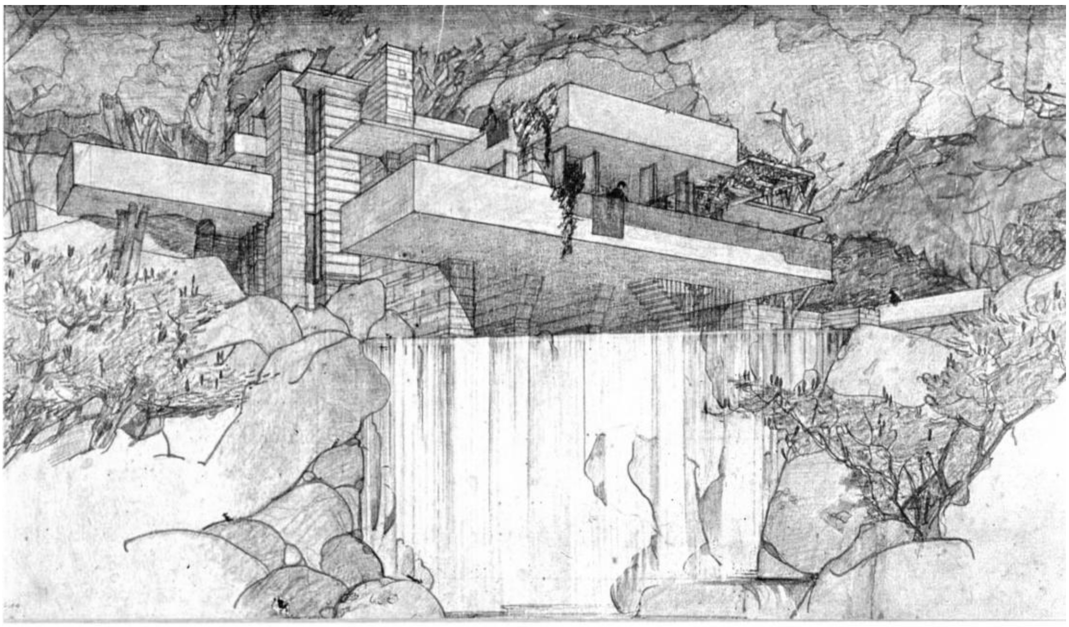
J.-M. Olbrich, immeuble de la Sécession, Vienne 1898, et J. J. P. Oud, café De Unie, Rotterdam 1924.

Une rupture très significative vient installer une caractéristique importante de ce qui sera perçu comme modernité. Elle se situe précisément entre le Jugendstyl autrichien et le mouvement De Stijl hollandais. L'immeuble de la « Sécession » de J.-M. Olbrich reste symétrique, le café De Unie de J. J. P. Oud ne l'est plus. Certains principes d'harmonie classique sont encore présents dans ce que proposent les mouvements d'avant-garde de la Vienne fin-de-siècle, qui ont disparu chez Oud, Rietveld, Dudok, et aussi bien en peinture chez Mondrian. Aux Etats-Unis ceci correspond au passage de Sullivan et l'Ecole de Chicago à Frank Lloyd Wright, qui exprime lui-même progressivement cette émancipation dans son œuvre. Aussi devient-il le représentant symbolique de cette conception de la modernité.

« La symétrie est un invariant du classicisme »
Sebastiano Serlio, château d'Ancy Le Franc (1550)

La permanence des styles est une force historique d'une inertie considérable dont voulaient échapper les *Modernes*. A gauche un guéridon de style Louis XV. A droite une table du 17ème siècle *avant* Jesus Christ obtenue en coulant du plâtre dans un vide trouvé dans la boue recouvrant la ville minoénne d'Akrotiri due à l'éruption du volcan de Santorin.

Prenant acte de cette évolution, dans son ouvrage *Langage moderne de l'architecture*[2] Bruno Zevi écrit "La symétrie est un invariant du classicisme. Donc, la dissymétrie est un invariant du langage moderne". Et, à la question « Où situer une fenêtre, une porte, un objet hors des symétries ? » il a cette réponse vertigineuse « N'importe où ailleurs. »



[2] Bordas 1981, trad. de *Il linguaggio moderno dell'architectura*, Einaudi, Turin 1973

Frank Lloyd Wright, maison E. J. Kaufmann, Bear Run Pennsylvania, dessin 1936.

Mais la bonne architecture peut-elle être au hasard ? Autrement dit : le hasard est-il la seule voie qui reste pour statuer, sans mensonge, sur la forme dans l'indéterminisme résiduel qui subsiste une fois prises en compte les contraintes fonctionnelles et constructives ? Le paradoxe aujourd'hui, maintenant que ces problématiques ont perdu de leur nouveauté, est que le hasard *se voit* en tant que tel. Il apparaît lui aussi comme un choix, qui peut nous lasser bien autant que les règles classiques, et même davantage !

Ou bien au contraire, le bon architecte doit-il ne rien laisser au hasard ? Pour les bâtisseurs de la Renaissance, il ne s'agissait certainement pas de *copier* les Anciens, mais de se servir des ordres grecs dorique, ionique et corinthien ainsi que des éléments qu'ils ordonnent (pilastres, frontons, métopes et triglyphes, caryatides puis chez les Romains, voûtes d'arêtes, fenêtres thermales, etc.) pour constituer un nouveau langage aussi inventif que peut l'être la poésie ou le théâtre.

Capella Pazzi, Brunelleschi, Florence

« La beauté résultera de la forme et de la correspondance du tout aux parties, des parties entre elles, et de celles-ci au tout, écrit Palladio, de sorte que l'édifice apparaisse comme un corps entier et bien fini dans lequel chaque membre convient aux autres et où tous les membres sont nécessaires à ce que l'on a voulu faire » (*Quatro Libri dell'architectura* publié au début du XVIIème en Italie). Et Alberti préconisera de scander ce langage selon la métrique (au sens poétique du mot) des rapports simples de petits nombres entiers, appelés rapports musicaux car ils fondent les résonnances des sons.

Les Brunelleschi, les Palladio, les Sebastiano Serlio, ont-ils été trop talentueux ? Imités dans toute l'Europe, leur imagination créative s'est figée à titre posthume, en un discours standard. A la fin du dix-septième siècle déjà, Claude Perrault, l'auteur de la colonnade du Louvre et Christopher Wren, architecte de la cathédrale Saint Paul de Londres, réfléchissaient à de nouvelles conceptions de la beauté plus nuancées. Ils cherchent, et cela préfigure les préoccupations du baroque, plus de liberté dans les règles que celles élaborées par le classicisme. "Il y a deux origines à la beauté, écrit Wren, naturelle et coutumière. La

naturelle vient de la *géométrie*, elle consiste en uniformité (c'est-à-dire égalité) et en proportion. La beauté coutumière est le résultat de notre perception des objets qui nous sont ordinairement agréables pour d'autres raisons, la familiarité ou l'inclination pouvant faire naître l'amour pour des choses qui ne sont pas aimables en elles-mêmes." (*Tracts on Architecture)*.
Perrault partage avec Wren une conception duale de la beauté : il distingue les "beautés positives" et les "beautés arbitraires", une trace probablement de sa formation de physiologiste et de son œuvre dans les sciences naturelles où il s'est frotté aux difficultés de l'expérimentation. Les deux sortes de beauté chez Perrault s'apparentent à l'opposition entre le fait et le droit :"les beautés positives semblent se rapporter à la structure intrinsèque de l'édifice, tandis que les beautés arbitraires concernent plutôt son fonctionnement à l'intérieur du système du goût". L'arbitraire est du côté de ce qui est agrément et décor, affaire de mode.
Il faudra une maîtrise prodigieuse de la stéréotomie pour la taille des pierres selon des surfaces gauches les plus savantes, et l'audace des artistes baroques — Boromini et ses émules de Sicile et de l'Empire Austro-hongrois — osant des églises en forme d'ellipse et des voûtes aux arêtes selon des courbes biquadratiques gauches et autres inventions agrémentées de sculptures maniéristes habiles et délicieuses telles que celles de Giacomo Serpotta, pour aller plus loin. Prouesses de la pierre taillée et du stuc, le baroque est une époque où se mêlent encore les savoirs et les manières des ouvriers et des artistes, des architectes et des ingénieurs. Puis le dix-neuvième siècle enfantera l'académisme et le style pompier de l'Ecole des Beaux-Arts et des prix de Rome, en décalage complet avec les réalités du développement industriel. Il s'agit donc, une fois de plus, pour l'architecture *moderne* de s'échapper de ces références figées, empêcher des lectures interprétatives selon les vieilles valeurs de monumentalité, traces persistantes des canons classiques.

Le hasard a la vertu d'effacer les signifiants et peut être utilisé spécifiquement pour cela. C'est ce que Bruno Zevi explicite. Hélas, il engage, ce faisant, un nouveau cycle de la dialectique de l'harmonie et de la création. On « anime » les façades des logements HLM par variations aléatoires, on donne aux plans-masses des ZUP une pseudo-liberté et nous voilà de nouveau dans une facilité routinière.
Louis Kahn et Le Corbusier, évidemment se détournent de cette fausse solution. Les « formes simples » sphères, cylindres, cônes *sont* symétriques et permettent un retour vers la « beauté positive » de la géométrie. Louis Kahn sera le génie des assemblages inaccoutumés de forme simples. Le Corbusier adoptera le principe des tracés régulateurs suivant le nombre d'or ou *Modulor* dont la vertu principale est de se tenir dans cet entre-deux de la règle et de la fantaisie. Car si le rapport lui-même $\varphi = a/b = b/(a+b)$ est rigide de par sa mathématique précise, son itération multiple et variée crée des possibilités infinies ou l'imprévu retrouve droit de cité, tempéré en quelque sorte, puisque conduit par la main du concepteur et son jugement. Intervient donc nécessairement le système de goût, selon l'expression de Claude Perrault, mais aussi l'adaptabilité à des contraintes fonctionnelles et structurelles induite par le projet. L'émerveillement, presque ingénu, de Le Corbusier pour cet outil lui fait écrire abondamment sur le sujet, allant presque jusqu'à dire que le modulor garantit la bonne architecture, du moins la favorise.

A ce point de notre discussion sur le hasard et la signification en architecture, il vaut la peine de ne pas laisser de côté une question philosophique plus profonde que nous frôlons et qui concerne le projet architectural lui-même. Nous débouchons en effet sur un étonnement semblable à l'étudiant d'architecture qui se demande quel type de travail est à effectuer, quelle est sa nature profonde, s'agit-il d'une inspiration artistique, d'une analyse déductive fine fondée sur le site, le programme et le cadre financier, menant à *la* solution cherchée, ou

au contraire d'un processus intermédiaire — et alors de quelle nature — susceptible de faire émerger un hybride ni gratuit ni nécessaire ?
Le parallèle le plus pertinent est de comparer le projet architectural avec *la science qui se fait*, et plusieurs facteurs plaident pour le choix des mathématiques comme discipline comparative.
En premier lieu, on peut penser que mathématique et architecture sont nées toutes deux de cette concertation collective abstraite qu'est le projet d'habitat, qui nécessite une conceptualisation anticipée de l'espace. Après un incendie ou autre événement destructeur, il fallait reconstruire sans modèle, de mémoire. Les mesures du corps ont servi d'étalonnage. Les huttes ou les maisons de bois étant plus petites ou plus grandes selon les besoins, l'invariant de forme (pente du toit, etc.) pose d'emblée des problèmes d'homothétie bien avant Thalès : la géométrie est présente dès le début de l'art de construire. Mathématiques et architecture entretiennent une relation quasi-permanente : l'Egypte avec l'usage du triangle 3, 4, 5 ; le temple grec et ses proportions, la voûte romaine, le Japon ancien et l'algorithmique du tatami, les tracés gothiques de Villard de Honnecourt et les signes de tâcheron des tailleurs de pierre ; les préceptes régulateurs des théoriciens de la Renaissance, les chaînettes retournées de Gaudi, les formes simples, les dômes géodésiques de Buckminster Füller, ne sont que quelques jalons de leur commune épopée.
Par ailleurs, la nature même des mathématiques les a toujours affectées d'une dimension artistique. Chez les Grecs, évidemment, où la césure moderne était absente, mais aujourd'hui encore les critères de beauté jouent un rôle primordial dans l'intérêt que la communauté porte aux résultats et aux méthodes[3]. L'importance du sentiment esthétique pour la recherche a été soulignée par Henri Poincaré et Jacques Hadamard[4], et remarquablement illustré par F. Le Lionnais et J. P. King[5]. Inversement la beauté de la nature est souvent lue à travers ses lois mathématiques (coquillages, symétries, etc.)[6].
Le trait des mathématiques qui doit être mis en parallèle avec l'architecture est le problème générique du mathématicien "trouver un théorème intéressant". Il se pose toujours dans un site, en une région des mathématiques en relation avec des questions signifiantes plus anciennes, éventuellement posées par la physique, etc.
La logique mathématique récuse toute approche strictement programmatique de ce problème sous forme d'une méthodologie qui serait complète et déboucherait à coup sûr.
Rappelons en effet que les phénomènes d'incomplétude et d'indécidabilité — qui n'épargnent que des théories si pauvres qu'elles n'ont guère d'intérêt — sont dus à ce que des théorèmes d'énoncés simples peuvent être obtenus par des démonstrations très longues, sans qu'il soit possible d'en trouver de plus courtes. Là est la clef de cette sorte de trouvaille que constitue une démonstration mathématique. Si un cavalier est placé sur un échiquier, la question de savoir s'il peut atteindre une case donnée à l'avance est facile. Il est immédiat de voir qu'en un nombre suffisant de coups il atteint n'importe quelle case. Toute case est-elle accessible en un nombre pair de coups ? On peut imaginer des questions plus difficiles… Les démonstrations mathématiques se présentent de façon analogue : peut-on atteindre tel énoncé ? Pour certains énoncés, la réponse est aisée, pour d'autres elle l'est moins, et d'une façon générale, si on se donne un énoncé *a priori*, il n'y a pas de réponse algorithmique. Une démonstration se

[3] Citons le grand mathématicien britannique G. H. Hardy (1877-1947) " A mathematician, like a painter or a poet is a maker of patterns. […] The mathematician's patterns, like the painter's or the poet's must be *beautiful* […] Beauty is the first test : there is no permanent place in the world for ugly mathematics" (*A Mathematician's Apology*, Cambridge Univ. Press 1940).
[4] Cf. Hadamard, *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine des mathématiques*, Blanchard 1959, et aussi N. Bouleau "L'inconscient mathématicien" in *La règle, le compas et le divan*, Seuil 2003.
[5] F. Le Lionnais, "La beauté en mathématiques" in *Les grands courants de la pensée mathématiques*, Blanchard 1962; J. P. King, *The Art of Mathematics*, Plenum 1992.
[6]Cf. Hermann Weyl, *Symétrie et mathématiques modernes*, Flammarion 1964.

présente en général comme un échafaudage d'une grande complexité par rapport au résultat qu'elle fournit.
Ainsi ce qui ressort du cas des mathématiques est que *l'acte créateur scientifique est lié à l'aboutissement simple d'une dynamique combinatoire complexe*. Une méthodologie générale pour ce type de recherche n'existe pas. Il n'y a pas d'autre façon que de manipuler les énoncés et les formules grâce à leur sens et de tenter d'obtenir ainsi une simplicité nouvelle.
L'aspect sémantique a donc une importance de fait décisive. Le mathématicien ne travaille pas sur la combinatoire des formules, il utilise un sens qui lui est légué par les autres mathématiciens, par les autres scientifiques et par l'histoire. Plusieurs sens sont souvent disponibles. Cela rend possibles des représentations intuitives qu'il tente de perfectionner et sur lesquelles il conduira ses expériences de pensée, ses essais de construction lui permettant *in fine* de manier les symboles de la combinatoire formelle.
A l'instar du mathématicien, l'architecte utilise du sens pour conduire sa pensée, c'est-à-dire des représentations, des lectures d'enjeux, sur les dispositions qu'il étudie. C'est ainsi en mettant calque sur calque (ou écran sur écran[7]) et en lisant les variantes et les sous-variantes en termes d'usage qu'il élabore ses trajets jusqu'à ce qu'il déniche des cristallisations remarquables.
Le mathématicien travaille sa recherche comme l'architecte son projet. Il ne s'agit pas d'une activité scientifique standard. Il se focalise sur des sous-problèmes, il est friand de significations pour conduire ses tentatives (il interprétera par exemple une fonctionnelle positive comme une énergie, etc.), il se laisse influencer par un sentiment de beauté aussi mal défini soit-il, il s'intéresse aux configurations étonnantes.
Je pense qu'il faut prendre au sérieux, de façon plus profonde qu'il n'est généralement admis, les liens entre mathématiques et architecture tels qu'ils étaient ressentis par Paccioli et Alberti. Ce n'est pas simplement une question de géométrie ou de nombres entiers, de rapports musicaux ou de nombre d'or. Il s'agit d'une solidarité plus intime qui perdure aujourd'hui : deux activités d'exploration où devront être respectées les règles détaillées de la matérialité constructive d'un côté, celles de la logique de l'autre, mais où l'important est néanmoins entièrement du côté du sens, le résultat final laissant cachés dans une large mesure les trajets intellectuels qui l'ont fait déboucher.
La quête peut être poursuivie indéfiniment. Ce qui l'arrête est la rencontre, souvent inattendue, avec la simplicité. Parmi les innombrables solutions ou presque-solutions on rencontre des configurations remarquables, non pas tellement qu'elles remplissent mieux les critères, mais elles sont plus simples. *Il y a là une petite victoire sur la complexité*. Cela vaut quelque chose. En mathématiques les idées les plus précieuses sont celles qui ont la vertu de simplifier. On peut montrer, par exemple, que les nombres imaginaires se sont pleinement imposés, malgré les réticences philosophiques, par les simplifications qu'ils apportaient à la trigonométrie et à l'étude des séries entières. En architecture également le simple a une valeur en soi. En matière de création architecturale, on a deux extrêmes : le palais du facteur Cheval d'un côté et, par exemple, le couvent des sœurs dominicaines de Louis Kahn de l'autre. On peut attribuer toute l'imagination onirique que l'on veut à l’original employé des postes, il y a là peu d'architecture, *son entreprise est gagnée d'avance* pourvu qu'il s'y attache avec opiniâtreté.
La simplicité, ici, n'est pas recherchée pour elle-même selon quelque règle que ce soit. Les doctrines modernistes ou minimalistes en on fait un parangon de beauté, mais c'est ici autre chose, la simplicité se découvre de façon fortuite au cours d'un travail qui poursuivait d'autres buts et d'autres logiques.
Le simple reste une catégorie philosophique difficile à définir. Pourquoi la chapelle des Pazzi

[7] Il n’est pas sûr que les élèves architectes aient gagné à ce changement. La facilité de la perfection des tracés apportée par les logiciels les englue. Ils courent maintenant avec des chaussures de plomb.

à Florence a-t-elle fait couler tant d'encre ? On lit dans le jeu des arcs, des coupoles et des bandeaux demi-circulaires le résultat remarquable d'un travail sans aucun doute difficile, une maïeutique par laquelle Brunelleschi nous laisse une combinaison si exceptionnelle qu'elle peut prétendre à l'éternité aussi bien qu'un grand théorème. Quand Alberti prône "l'harmonie et l'accord de toutes les parties de sorte que rien ne puisse être ajouté, retiré ou modifié sans altérer l'ensemble" il exprime parfaitement *l'effet de nécessité* qui s'attache *a posteriori* à la solution simple. Cela vaut aussi bien pour la voiture DS Citroën que pour un théorème. Les théorèmes ne viennent pas automatiquement, les chaînes déductives sont tellement divergentes qu'il y a toujours une profusion de conséquences dans toutes les directions. Mais on arrive parfois à des enclenchements qui semblent exister de toute éternité par la vertu de leur simplicité. Il me vient à l'esprit un théorème « le lieu des points d'où l'on voit une ellipse sous un angle droit est un cercle ». La simplicité du résultat est en quelque sorte la plus value apportée par le mathématicien. De même, l'amateur d'architecture reconnaît l'apport du travail de conception par la niche de simplicité qui a été débusquée au sein de l'inextricable écheveau des possibles. En architecture aussi il y a des acquis, les bâtisseurs du passé ont étudié les voûtes, les dômes, les plans de maison en L, il y a des "types" auxquels il est bon de se référer pour connaître la pensée sur certains problèmes[8]. Pour mener efficacement des trajets d'investigation en mathématiques, il faut un certain savoir. Il y a de même toute une science de l'architecture. Fondée comme toute connaissance sur l'histoire, elle enseigne les trouvailles du passé, les techniques d'aujourd'hui et, par la critique, introduit la dimension culturelle et sociale.

Le hasard en architecture est-il maintenant définitivement écarté ? Est-il reconnu comme pseudo-solution, comme esquive d'un véritable travail conceptuel ? On a pu le croire étant donnée la force des courants sémantiques post-modernes dans le frayage de Gaudi, théorisés par Robert Venturi. Il semblait, à la toute fin du vingtième siècle que le hasard était mort, et que les architectes ayant définitivement dépassé la modernité au sens de Bruno Zevi, savaient jouer avec toutes les significations disponibles en les utilisant à bon escient. Mais deux phénomènes majeurs sont récemment venus contrarier cette analyse.
Le premier vient de l'informatique et a été découvert, entre autres, par Frank Gehry. Les éléments d'un bâtiment ne sont pas nécessairement choisis sur les catalogues existants des producteurs de matériaux de construction et autres fournisseurs de la quincaillerie industrielle. Il y a un immense avantage au contraire à se concerter avec les entreprises productrices et à abandonner une conception de l'industrialisation fondée sur des standards. L'informatique, en effet, permet de définir la forme et de dimensionner chaque panneau, chaque écaille de revêtement, etc., selon des données directement utilisables par les machines qui les produiront. On débouche alors sur une *géométrie libre* (cf. le musée Guggenheim de Bilbao) qui rappelle la libération des formes qu'avait introduite en son temps le béton armé et qui vient conquérir les grands projets, comme ceux des tours les plus récentes. Une démarche similaire est adoptée par Herzog et de Meuron pour le stade de Pékin.

[8] Cf. par exemple A. Rossi, *L'architecture et la ville*, L'Equerre 1981.

Le second est l'emploi du hasard dans sa plus haute fonction sémantique qui est de dire *rien*. Comme il s'agit de forme, le blanc ni le vide n'ont réellement cette potentialité annihilante, car le blanc est le blanc d'un support qui occupe un certain espace et le vide est celui d'un contenant. Le musée juif de Berlin est le mémorial d'un drame qui dépasse les références historiques, hors de tout discours possible. Daniel Libeskind trouve le seul langage juste : celui du silence. Au demeurant une certaine géométrie est là, figée, qui ne manque pas de questionner. Y a-t-il des tracés mathématiques derrière ces apparences ? Un hasard d'ignorance dissimulant le mystère de principes cabalistiques ?

Daniel Libeskind, Musée juif, Berlin.